

Bach, Alexandra

Kriterien zur Bewertung und Reflexion des digitalen Medieneinsatzes in der bautechnischen Berufsbildung

Mahrin, Bernd [Hrsg.]; Meyser, Johannes [Hrsg.]: *Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe - Praxisbeispiele - Transfer*. Berlin : Universitätsverlag Berlin 2019, S. 44-64



Quellenangabe/ Reference:

Bach, Alexandra: Kriterien zur Bewertung und Reflexion des digitalen Medieneinsatzes in der bautechnischen Berufsbildung - In: Mahrin, Bernd [Hrsg.]; Meyser, Johannes [Hrsg.]: *Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe - Praxisbeispiele - Transfer*. Berlin : Universitätsverlag Berlin 2019, S. 44-64 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-180430 - DOI: 10.25656/01:18043

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-180430>

<https://doi.org/10.25656/01:18043>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

KRITERIEN ZUR BEWERTUNG UND REFLEXION DES DIGITALEN MEDIENEINSATZES IN DER BAUTECHNISCHEN BERUFSBILDUNG

Alexandra Bach

Der Beitrag klärt anhand des SAMR-Modells von Puentedura, in welchen Innovationsstufen digitale Medien in der beruflichen Bildung genutzt werden können, welche digitalen Medien für die Berufsbildung im Bauwesen zur Verfügung stehen und ob gewerblich-technische Lehrkräfte und auch Ausbilder*innen das Innovationspotenzial digitaler Medien aktuell tatsächlich ausschöpfen. Es zeigt sich, dass dem nicht so ist, und letztendlich stellt sich die Frage, welche Vorgaben und Gesetze zum Einsatz digitaler Medien an berufsbildenden Schulen (BBS) und an überbetrieblichen Bildungsstätten existieren (ÜBS) und welche Empfehlungen die empirische Lehr-Lernforschung und die Medienforschung hinsichtlich eines wirkungsvollen Einsatzes digitaler Medien in (beruflichen) Lehr-Lernprozessen erteilen.

Schlüsselbegriffe

- › SAMR-Modell
- › Bautechnische Lehr-Lernmedien
- › Digitale Lehr-Lernmedien
- › Mediendidaktische Integration
- › Bewertungskriterien digitaler Medien
- › Digitalisierung

Einleitung

Aktuelle Studien, wie z. B. der branchenübergreifende Digitalisierungsindex¹ der Telekom von 2018 (vgl. Telekom 2018, 3), die Studie von Gensicke et al. zur digitalen Mediennutzung in Betrieben (vgl. Gensicke et al. 2016) oder auch der Bericht zum Schwerpunktthema: Berufsbildung 4.0 im Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2019 (vgl. BIBB 2019, 428 ff.) deuten darauf hin, dass sich die digitale Transformation im Baugewerbe langsamer vollzieht, als das in anderen technischen,

¹ Im Sommer 2018 wurden 2500 Klein- und Mittelbetriebe unterschiedlicher Branchen befragt.

finanz- oder personenbezogenen Branchen der Fall ist. Ungeachtet dessen weist der Beitrag von Kölzer in diesem Band eindrucksvoll nach, dass die Digitalisierung in der Baubranche unaufhaltsam und facettenreich voranschreitet. Die zur Umsetzung der Arbeits- und Geschäftsprozesse (Bauplanung, Baustellenlogistik, Bauausführung, Baudokumentation) genutzten digitalen Technologien reichen u. a. von Augmented- und Virtuell-Reality-Anwendungen (AR/VR), Baurobotern, Drohnen, Digitaler Lasermesstechnik, 3D-Druck, cyberphysischen Systemen bis hin zum Baustellen Informationsmanagement (BIM) (vgl. Kölzer 2019). Weiterhin sind mobile Medien, wie z. B. Smartphones, Tablets, Wearables (vgl. Kölzer/Ranke 2014; Syben 2017; Ludolph 2017) mittlerweile omnipräsente Begleiter, auch von Facharbeiter*innen. Ebenso bedeutsam sind langjährig etablierte CNC/CAD/CAM-Anwendungen und die zugehörigen CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen (vgl. Bach 2017, 9).

Dieser prägnante Überblick verdeutlicht, dass digitale Technologien sowie die damit verbundenen digitalen Arbeits- und Geschäftsprozesse aktuell und zukünftig zentraler Ausbildungsinhalt in der Berufsbildung in der Bauwirtschaft sind bzw. sein werden, auch wenn die Ordnungsmittel diesbezüglich Aktualisierungsbedarf haben. Ebenso wie die Facharbeiter*innen bzw. die Betriebe im Hoch-, Aus- und Tiefbau dazu aufgefordert sind, sich dem digitalen Wandel zu stellen und sich möglichst zeitnah die notwendigen Kompetenzen zur Umsetzung der digitalisierten Arbeits- und Geschäftsprozesse durch Aus-, Fort- und Weiterbildung anzueignen, stehen Lehrkräfte und (über-)betriebliche Ausbilder*innen vor der Anforderung, die verfügbaren digitalen Lehr-Lernmedien, digitalen Technologien, Prozesse, Werkzeuge und Maschinen im Unterricht als Ausbildungsinhalt zu vermitteln und zur Verbesserung der Lehr-Lernprozesse in Bauberufen heranzuziehen.

Vor diesem Hintergrund wird zunächst mithilfe des SAMR-Modells von Puentedura eine Stufenfolge zum kreativen Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lernprozessen aufgezeigt. Es folgen dann ein Überblick und eine Charakterisierung der verfügbaren digitalen Medien für die bautechnische Berufsbildung und eine auszugsweise Berichterstattung über die Nutzung digitaler Medien in der Berufsbildung im Bauwesen. Daran schließen sich Ausführungen zu den Kriterien zur Reflexion der Ausgestaltung und zur didaktischen Einbettung digitaler Medien in berufliche Lehr-Lernprozesse an. Der Beitrag endet mit einem kurzen Fazit und entsprechenden Handlungsempfehlungen.

Stufenfolge zum kreativen Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lernprozessen nach dem SAMR-Modell

Die Bertelsmann-Studie Monitor Digitale Bildung: Berufliche Ausbildung im digitalen Zeitalter deutet darauf hin, dass Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen und auch betriebliche Ausbilder digitale Medien eher traditionell als innovativ in den Unterricht integriert haben (vgl. Schmid et al. 2016, 6). In dem Zusammenhang stellt sich die Frage, was unter einem innovativen Einsatz digitaler Medien zu verstehen ist. Hinsichtlich der Stufenfolge zum kreativen Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lernprozessen ist aktuell das SAMR-Modell (siehe Abb. 2) von Puentedura viel zitiert worden und wird nun im Folgenden vorgestellt (Abb. 1).

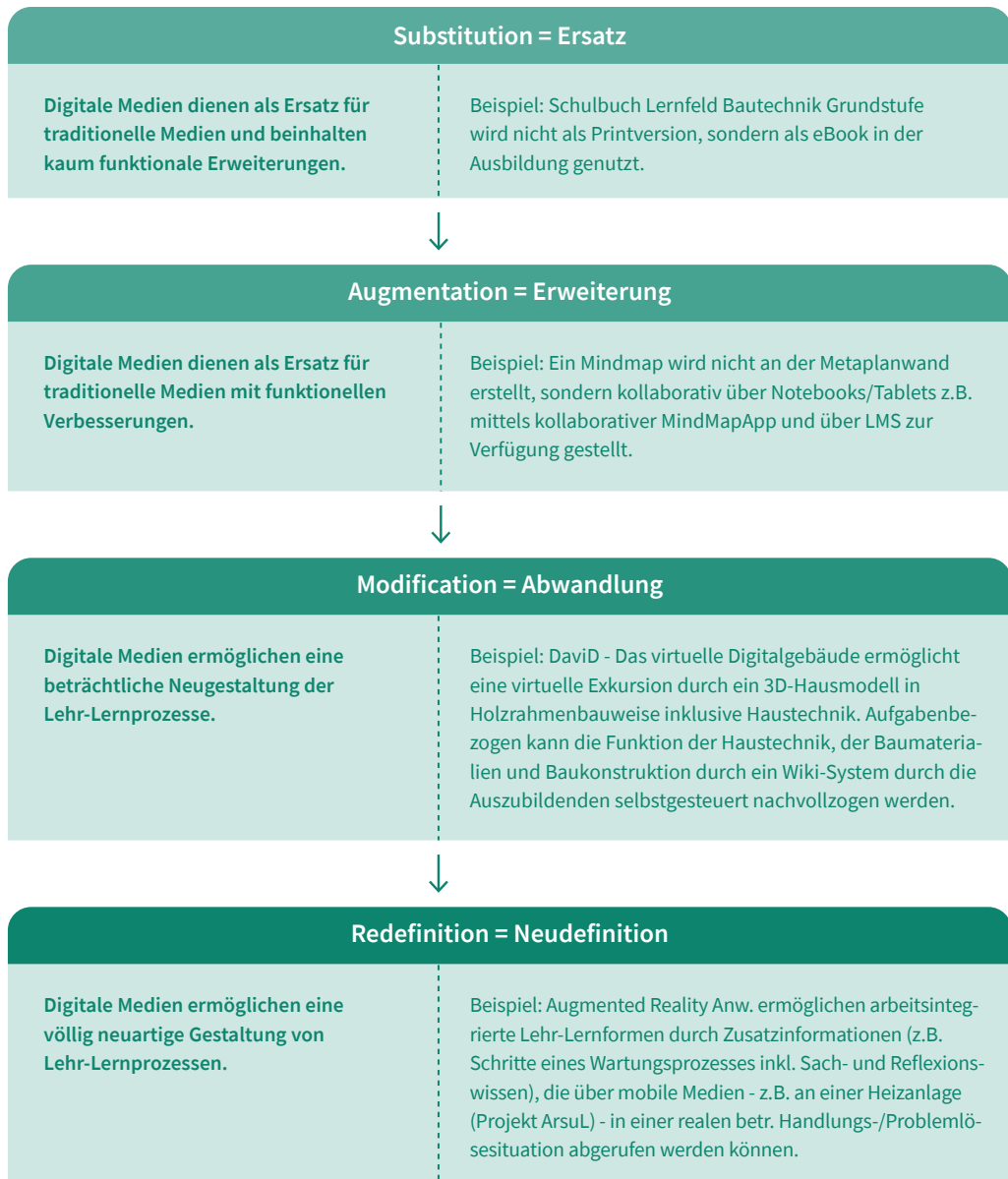


Abb. 1: SAMR-Modell nach Puentedura (modifizierte eigene Darstellung, basierend auf Heinen/Kerres 2015, 20)

Das SAMR-Modell zeigt sehr anschaulich, dass in der ersten Stufe, der *Substitution (S)*, digitale Medien lediglich als Ersatz für traditionelle Medien genutzt werden, z. B. dann, wenn das Schulbuch zu den Lernfeldern in der Grundstufe Bautechnik digital anstatt als Printversion zur Verfügung gestellt wird. Das hat noch nichts mit Innovation zu tun und es resultieren noch keine bzw. nur wenige erkennbare Vorteile aus dem digitalen Medieneinsatz.

In der zweiten Stufe, der *Augmentation (A)*, werden traditionelle Medien ebenfalls ersetzt, der Einsatz digitaler Medien ist jedoch mit einer funktionalen Erweiterung verbunden. So kann im Klassenverband z. B. auch eine Mindmap über die Planung von Putzarbeiten auf einer Metaplanwand im Klassenverband erstellt werden oder die Mindmap kann von den Auszubildenden kollaborativ mithilfe der internetbasierten Software MindMaster erstellt werden, die dann z. B. in einem Learning-Management-System, wie Moodle oder Ilias, allen zur Verfügung steht und weiterbearbeitet werden kann.

In der dritten Stufe, der *Modification (M)*, ermöglichen digitale Medien zu einem hohen Grad eine Neuentwicklung von Lehr-Lernprozessen, wie das u. a. bei David, dem virtuellen Digitalgebäude, der Fall ist. Hier können Auszubildende virtuell das in Holzrahmenbauweise gefertigte Haus durchschreiten und sich u. a. mit der Konstruktion, den Materialien, der Funktionsweise und der Haustechnik auseinandersetzen (vgl. Mahrin 2017, 8 und 2018, 15–18). Die virtuelle Lernumgebung wird durch ein Aufgaben- und ein Wiki-System gestützt. Eine solche Vorgehensweise wäre sonst nur in einem realen Technik-Bildungshaus möglich (wie z. B. an der Radko-Stöckl-Schule errichtet: „Der reale Baukörper wird zum Lehrkörper für Schulungszwecke von regionalen Fachkräften, an dem anschaulich das Gebäude als energetisches Gesamtsystem verstanden wird und jede Fachkraft die Bedeutung des eigenen Handelns innerhalb des energetischen Gesamtsanierungssystems verstehen lernt. Durch die lückenlose Dokumentation während der Umsetzungsphase werden zusätzlich alle erforderlichen Arbeitsschritte für eine erfolgreiche energetische Sanierung nachhaltig für die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften aufbereitet und gesichert.“ (Burchart/Frankenfeld 2013, 2). David ersetzt das Erleben von realen Technik-Bildungshäusern teilweise und ermöglicht in deutlich höherem Maße das Hinterlegen von Zusatzinformationen und den Nachvollzug der Konstruktion des Gebäudes, beispielsweise durch Offenlegung von Wand- oder Dachkonstruktionen. Haptische Eindrücke fehlen jedoch in der Simulation.

Die vierte Stufe, die *Redefinition (R)*, bedeutet, dass durch digitale Medien völlig neuartig ausgestaltete Lehr-Lernprozesse entstehen, wie es z. B. durch Augmented Reality Anwendungen der Fall ist. So bekommen beispielsweise im Projekt Fahrleitsystem 4.0 Baumaschinenführer*innen mittels AR-Datenbrille Geländeinformationen ins Sichtfeld eingeblendet und Informationen zur Umsetzung ihres aktuellen Arbeitsprozesses, z. B. beim Ausschachten einer Baugrube die grafische Information, wie tief noch gegraben werden muss und wo der Radius des Baggerarms endet. „Der Geräteführer der Zukunft hat nicht nur ständig alle benötigten Informationen im Zugriff, sondern kann sich diese auch mittels Datenbrille direkt in das Baufeld vor ihm projizieren lassen – und zwar nicht nur in Echtzeit, sondern auch in 3D.“ (ABZ 2019). Auch im Projekt ARSuL (Augmented Reality Support und Lernen) wird Fachhandwerker*innen digitale Unterstützung bei der Wartung oder der Reparatur von Heizgeräten geboten. „Hier werden über Datenbrillen die jeweils nächsten Arbeitsschritte eingeblendet, relevante Bauteile markiert und Zusatzinformationen aus dem Betriebs- und Montagehandbuch dargestellt. Dabei kommuniziert die Datenbrille zum Beispiel mit einem (...) Server, auf dem alle notwendigen Daten hinterlegt sind, oder einem erfahrenen Mitarbeiter des eigenen Fachhandwerksbetriebs. Dieser kann dem Kollegen vor Ort präzise Empfehlungen geben“ (Vaillant 2019). Lernen verschmilzt somit mit der ausgeübten Facharbeit. Diese Technologien können auch für schulische Lernprozesse in der beruflichen Bildung genutzt werden, um Sach-, Prozess- und Reflexionswissen in geeigneter Weise miteinander zu verzahnen.

Puentedura, der das SAMR-Modell entwickelt hat, geht von der Grundannahme aus, dass die Qualität und der pädagogische Nutzen des digitalen Medieneinsatzes mit dem Stufenaufstieg zunehmen (vgl. Heinen/Kerres 2015, 21). Dazu kann es jedoch deshalb keinen Automatismus geben, da die Wirksamkeit von Medienangeboten in Abhängigkeit u. a. vom domänenspezifischen Vorwissen der Lernenden, ihren verfügbaren Lernstrategien, ihrer Intelligenz sowie Motivation und Volition (vgl. Helmke 2014, 71) gestaltet werden muss. Darüber hinaus ist die Einbettung in adaptive Unterrichtskonzepte von entscheidender Bedeutung (vgl. Bach 2018, 163). Dennoch kann das SAMR-Modell dazu beitragen, dass Lehrende die Anwendung digitaler Technologien im Unterricht mittels der definierten Stufen reflektieren und dazu motiviert werden, eine innovative digitale Mediennutzung zu realisieren. Aktuell wird jedenfalls von der Bertelsmann-Stiftung bemängelt, dass eine innovative Nutzung digitaler Medien an berufsbildenden Schulen noch in zu geringem Maße stattfindet und demnach wertvolles didaktisches Potenzial verloren geht. Bevor jedoch auf diesen Aspekt im Überblick eingegangen wird, wird eine Kategorisierung analoger und digitaler Lehr-/Lernmedien vorgenommen, die für die Berufsbildung in der Bauwirtschaft zur Verfügung stehen. Denn diese Basis ist unerlässlich, um das Nutzungsverhalten der Lehrkräfte und auch Ausbilder*innen reflektieren zu können.

Spektrum digitaler Medien zur Umsetzung bautechnischer Lehr-Lernprozesse

Abb. 2 zeigt ein breites Spektrum an analogen und digitalen Medien, welche für die Berufsbildung im Bauwesen zur Verfügung stehen. In der Bertelsmann-Studie wird die Unübersichtlichkeit der digitalen Medien und Materialien von den Lehrkräften und Ausbilder*innen als ein deutliches Hemmnis der digitalen Mediennutzung bemängelt (vgl. Schmidt et al. 2016, 20). Vor diesem Hintergrund vermittelt Abb. 2 einen nachvollziehbaren Überblick über die verfügbaren digitalen und analogen Medien zur Ausgestaltung bautechnischer Lehr-/Lernprozesse. Eine vollständig konsistente Medienklassifikation ist jedoch nicht möglich und wurde bisher auch deshalb von keinem*keiner Autor*in vorgelegt, da die Medien sich ständig wandeln, unterschiedliche Medienformate miteinander verschmelzen und die Klassifikationen aus unterschiedlichen Perspektiven vorgenommen werden, z. B. Realitätsnähe, Einsatzgebiet bzw. Funktion im Lehr-Lernprozess, angesprochener Sinneskanal, technische Basis usw. (vgl. Bach 2018, 159). Im Folgenden werden die einzelnen Kategorien im Überblick skizziert.

Zu 1. und 2.: Als *Realien* werden digitale oder analoge Objekte, wie Maschinen, Werkzeuge, Messgeräte, branchenspezifische Software und Materialien definiert, die im Betrieb im Arbeitseinsatz sind bzw. dort hergestellt wurden. Da digitale Technologien ebenso zur Umsetzung von Arbeitsprozessen als Werkzeuge genutzt werden, wie Hammer und Stemmeisen, sind diese ebenfalls als Realien einzustufen. Vor allem in schuleigenen oder (über-)betrieblichen Werkstätten dienen Realien zur Umsetzung von problem- und handlungsorientiertem Lernfeldunterricht, der sich an betrieblichen Anforderungs- und Handlungsfeldern orientiert (vgl. Tenberg/Bach/Pittich 2019, 104).



Abb. 2: Medienspektrum zum Einsatz in bautechnischen Lehr-/Lernprozessen (eigene, weiterentwickelte Darstellung)

Zu 3.: *Technische Lernumgebungen und Lernsysteme* intendieren, möglichst authentische und praxisorientierte Lerngelegenheiten zu realisieren, indem theoretisches und praktisches Lernen für die berufliche Bildung in geeigneter Weise miteinander verzahnt werden (vgl. Lach 2016, 286). Im Gegensatz zu den Realien sind diese jedoch didaktisch aufbereitet, z. B. durch eine Variation an vorgegebenen Lernwegen, und didaktisch reduziert. Darüber hinaus steht in der Regel ein Spektrum an Begleitmaterialien, wie Lernaufgaben, Kompetenzraster, Lehr-Lernsoftware, Bücher etc. zur Verfügung (vgl. Bach 2017, 161).

Herausfordernd bei dem Einsatz von Realien und technischen Lernumgebungen/Lernsystemen sind die hohen zeitlichen, finanziellen und organisatorischen Aufwände bei einer umfassenden Implementierung der Technik in den beruflichen Unterricht. Wenn z. B. die Anschaffung von realen Maschinen zu kostspielig ist, kann diese teilweise durch den Einsatz von digitalen Medien bzw. Lehr-Lernsoftware kompensiert werden. Sie ermöglichen dann Sekundärerfahrungen von unterschiedlicher Realitätsnähe, wenn primäre Erfahrungen in realen Situationen nicht möglich sind (vgl. Tulodziecki/Herzig 2010, 15 ff.).

Zu 4.: Es existieren unterschiedliche Varianten von Lehr-Lernsoftware:

a) Übungsprogramme sind hierbei die einfachsten Varianten. Sie vermitteln kein Wissen, sondern fragen lediglich Fachwissen zum Zweck der Lernzielkontrolle und des unmittelbaren Feedbacks durch unterschiedliche, wenig komplexe Aufgabenformaten ab, z. B. Multiple Choice, Zuordnungsaufgaben, Lückentexte etc. Holztraining Zimmermann oder DDH Dachtraining sind hier als Beispielanwendungen zu nennen (vgl. Petko 2014, 67). Es wird davon ausgegangen, dass das Wissen anderweitig, z. B. im Unterricht oder über Fachliteratur, erworben wurde, ebenso benötigt man zum Lernen, z. B. beim Onlinetraining zu unterschiedlichen Bauberufen oder ein passendes Schulbuch als Arbeitsgrundlage.

b) Tutorielle Lehr-Lernprogramme (Tutorials) beinhalten zusätzlich zu den Übungssequenzen kurze Informationseinheiten. Der Lernerfolg wird nach jedem Lernabschnitt überprüft. Aktuelle Programmvarianten werden durch digitale Animationen, komplexere Aufgabenformate, Wikis oder auch kleinere Simulationen lernförderlicher ausgestaltet. Für metall-, Kraftfahrzeug- und elektrotechnische Ausbildungsberufe steht hierzu ein relativ breites Angebot an tutoriellen Lehr-Lernprogrammen durch die einschlägigen Lehrmittelhersteller zur Verfügung. Häufig können diese mit technischen Lernsystemen, z. B. dem Gebäude-System-Trainer, kombiniert werden. Für bautechnische Berufe liegen kaum Angebote vor. Verfügbare Software von beruflich orientierten Schulbuchverlagen, wie z. B. HT go, lässt sich eher in die Kategorie Übungsprogramm einordnen. Ein interessantes Beispiel – das jedoch lediglich einen Teil des bautechnischen Lernfelds 6 „Beschichten und Bekleiden eines Bauteils“ abdeckt – stellt z. B. die Lern-App „Verputzen von Wänden“ (ModernLearning o. J.) dar. Sie bietet text-, bild- und videobasierte Informationseinheiten an, die sowohl fachsystematisch als auch handlungssystematisch dargeboten werden und somit multimedial den Erwerb von Sach-, Prozess- und Reflexionswissen ermöglichen. Die Lernerfolgsüberprüfung erfolgt dann durch Übungsaufgaben. In der Regel ist mit diesen Programmen eher rezipierendes Lernen von Sachwissen oder Standardprozesswissen möglich. Der Vollzug komplexer Problemlöseprozesse durch Lernende wird durch diese Programme nicht intendiert (vgl. Kerres 2018, 7).

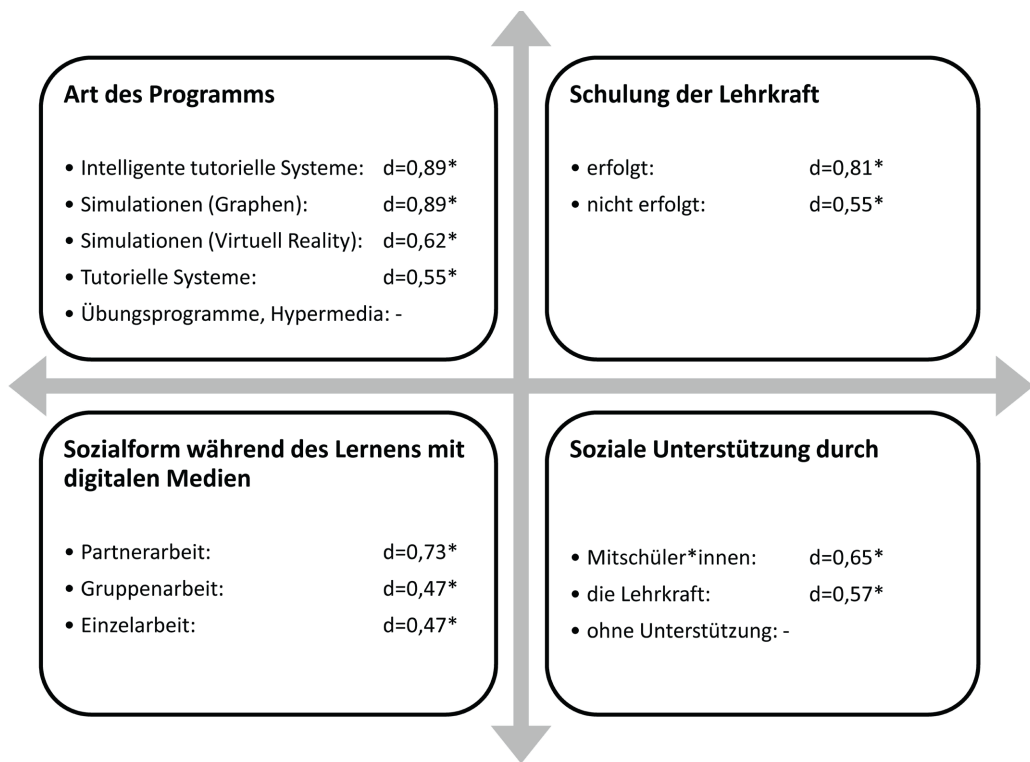


Abb. 3: Effektstärken zur lernförderlichen Wirkung von digitalen Medien (eigene Darstellung, basierend auf Hillmayr et al. 2018).

Moderne intelligente tutorielle Programme diagnostizieren zusätzlich – zu den oben beschriebenen Funktionsumfängen von regulären tutoriellen Programmen – das Lernverhalten, die Kompetenzentwicklung bzw. Fehler der Nutzer*innen und adaptieren daraufhin ihr weiteres Lernangebot, z. B. im Hinblick auf Schwierigkeitsgrad, Themenwahl etc. (vgl. Kerres 2018, 157). Eine aktuelle, sehr sorgfältig durchgeführte empirische Metaanalyse zur Wirksamkeit digitaler Medien in technisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe II (MINT) belegt klar, dass sich der Einsatz digitaler Medien im Vergleich zu Unterricht ohne Einsatz des jeweiligen digitalen Mediums lern- und motivationsförderlicher auswirkt (vgl. Hillmayr et al. 2018). In dieser Metaanalyse wurden 79 (quasi-)experimentelle Studien, die zwischen 2000 und 2016 veröffentlicht wurden, analysiert und die Effektstärken zur Wirksamkeit unterschiedlicher digitaler Programmtypen studienübergreifend berechnet (vgl. Bach et al. 2019, 12). Ein Ergebnis der Metaanalyse lautet, dass sich intelligente tutorielle Programme mit einer Effektstärke von $d=0,89^*$ deutlich lernförderlicher auswirken als tutorielle Programme mit einer Effektstärke von $d=0,55^*$, die sich nicht an das Lernverhalten und die Lernergebnisse der Nutzer*innen anpassen.²

² Effektstärken von 0.1–0.3 werden als weniger wirksam, von 0.3–0.5 als moderat wirksam, von 0.5–0.8 als deutlich wirksam und ab 0.8 als sehr stark wirksam im Vergleich zur traditionell unterrichteten Kontrollgruppe eingestuft (vgl. Kerres 2018, S. 91)

c) Wie die Studie von Hillmayr et al. belegt, erwiesen sich auch Simulationen – mit Effektstärken von $d=0,62$ und $d=0,89$ – als mittel bis stark lernwirksam im Vergleich zu traditionellen Lehr-Lernsettings. Simulationen ermöglichen es u. a., virtuell mit komplexen technischen Systemen zu interagieren und damit authentische Problemlöse- und Arbeitsprozesse zu simulieren (vgl. Petko 2014, 69). Durch das virtuelle Verändern von Variablen können zudem technische Ursache-Wirkmechanismen von physikalischen Prozessen wie die Funktionsweisen von Maschinen und Gebäudetechnik nachvollzogen werden. Kostengünstige, kontrollierte, gefahrlose und realitätsnahe Lehr-Lernprozesse werden so in der beruflichen Bildung ermöglicht (vgl. Bach 2017, 162). Ebenso können ökologische Planspiele, z. B. zur Klimaentwicklung, die Auswirkungen des menschlichen Handelns auf zukünftige Generationen erlebbar machen.

Der virtuelle Maschinenkurs des Bundesbildungszentrums für Zimmerer Bubiza – ausführlich beschrieben von Schopbach in diesem Band – ist in diese Kategorie „komplexe technische Systeme“ einzuordnen. Weitere Beispiele sind z. B. das virtuelle Simulieren einer CNC-Fräsbearbeitung zur Kontrolle der Programmierung des/der Lernenden. Fehler im Programm können so im Vorfeld erkannt und kostspielige Kollisionen vermieden werden. Ebenso bieten Hersteller didaktisch reduzierte bzw. unterstützte Software an, welche das Programmieren im grafischen Dialog bereitstellen und auch eine zeitnahe Simulation der Programmierung ermöglichen (vgl. Schütte/Mansfeld 2013, 304). Studien zur Lernwirksamkeit von AR-Anwendungen (vgl. Sirakaya/Kilic Cakmak 2018) deuten ebenfalls darauf hin, dass sich hier positive lernförderliche Effekte verzeichnen lassen; dazu ist jedoch noch weitere Forschung notwendig.

Die Kategorien 6 (*Digitale*) *audio-visuelle Hard- und Software* sowie 8 (*Digitale*) *Print- und Präsentationsmedien* (vgl. Abb. 2) sind gute Beispiele dafür, wie digitale Medien ohne nennenswert erweiterten Funktionsumfang anstelle von traditionellen Medien eingesetzt werden, d. h. als Stufe der Substitution (vgl. Abb. 1). Printmedien und digitalisierte Printmedien fallen darunter und anstelle von Overheadprojektoren werden beispielsweise Dokumentenkameras genutzt. Trotz der zunehmenden Digitalisierung unserer Gesellschaft haben Printprodukte, wie Schul- und Tabellenbücher, weiterhin ihre gleichberechtigte Bedeutung im Lehr-Lernprozess und werden auch die digitale Informationsvermittlung weiterhin sinnvoll ergänzen (vgl. Peters et al. 2017, 31).

Ebenso verhält es sich mit der digitalen Videografie. Seit mehreren Jahrzehnten erfolgen Aufnahme-, Speicher- und Abspielprozesse digital, heute häufig über die allzeit verfügbaren Smartphones. Hierbei entstehen zunächst noch keine besonders großen funktionalen Veränderungen für den Lehr-Lernprozess. Diese ergeben sich erst durch die Bereitstellung der Videos in sozialen Netzwerken, Learning-Management-Systemen oder durch die Möglichkeit, mithilfe von Autor*innenwerkzeugen selbst relativ einfach digitale Aufgaben, interaktive Informationsmedien oder auch Lernprogramme zu generieren (siehe Kategorie 5). Durch Smartphones und Tablets wird es möglich, die Dokumentation und nachträgliche Kommentierung von Bauausführungen ohne großen Aufwand im Prozess der Arbeit durchzuführen. Diese Aufzeichnungen können für Lern- und Reflexionsprozesse sowie Lernerfolgskontrolle und Zertifizierung an allen Lernorten der beruflichen Bildung im Zuge der Lernortkooperation genutzt werden, wie es z. B. Schöllkopf/Falk in diesem Band darlegen. Darüber hinaus steht ein großer Fundus an Erklärvideos, beispielsweise zur Bauphysik, zu bautechnischen

Arbeitsprozessen, wie z. B. dem Mauern, dem Verputzen, dem Trockenbau, der Dämmung von Wänden etc. auf Videoplattformen zur Verfügung. Die Qualität der Videos und ihre situationsspezifische Eignung müssen natürlich vor dem Einsatz überprüft werden. Bei positiver Einschätzung ist es relativ einfach, die Videos gewinnbringend in Lehr-Lernprozesse oder in Learning-Management-Systeme zu integrieren und mit Aufgaben und Zusatzinformationen didaktisch anzureichern.

Die in Kategorie 7 aufgeführten *Learning-Management-Systeme (LMS)* eröffnen eine passwortgeschützte, über das Internet erreichbare virtuelle Lernumgebung. Sie bieten Funktionalitäten, wie Material- und Informationsaustausch und -bereitstellung (z. B. Videos, digitale Texte, etc.) und synchrone (Chat) und asynchrone (Mail, Foren) Kommunikation, Rollen- und Gruppenzuweisung, Autor*innensoftware für die Erstellung eigener virtueller Lernangebote (Wiki, Lückentext, etc.), Lernstandsüberprüfung (vgl. Bach 2017, 162). Ein Beispiel für solche LMS sind Moodle oder Ilias. Hierbei können auch ePortfoliosysteme wie Mahara integriert werden, welche die virtuelle Sammlung, Publikation, Veröffentlichung und Bewertung von Kurs-, Lern- und Handlungsprodukten der Lernenden ermöglichen (vgl. Arnold et al. 2013, 266 ff.). LMS und ePortfoliosysteme haben sich als wichtige Werkzeuge zur Unterstützung der Kommunikation im Klassenverband und zur Unterstützung eines individuell selbstgesteuerten Lernens der Auszubildenden/Schüler*innen durch die Lehrkräfte und Ausbilder*innen erwiesen. Das World Wide Web (WWW) bietet zudem eine unüberschaubare Vielfalt an Lern- und Informationsangeboten, wie beispielsweise die Möglichkeit, mit Experten, Gleichgesinnten und anderen am Themenfeld Interessierten zu diskutieren oder kollaborativ zusammenzuarbeiten, sei es über Videoportale, Internetforen, Blogs, virtuelle soziale Netzwerke etc. (vgl. Kerres 2018, 20 ff.). Diese Möglichkeiten können von Lehrkräften und betrieblichen Ausbilder*innen in Kooperation vorselektiert und im Rahmen des LMS den Auszubildenden zur Verfügung gestellt werden. Für die Baubranche gibt es dazu z. B. onlineportalbasierte Angebote, wie z. B. Lehmbau-Atlas, Baunetz-Wissen, das Baulexikon usw. (vgl. Kompetenznetzwerk Bau- und Energie). Eine weitere Chance zur Vernetzung und Lernortkooperation bietet z. B. auch das Onlineberichtsheft BLOK, welches Auszubildenden ermöglicht, ihre Berichtshefte online zu führen und diese von Lehrkräften und Ausbilder*innen kommentieren zu lassen.

Im Hinblick auf die Frage, welche Lehr-Lernsoftware bzw. welche weiteren digitalen Medien für die Unterstützung von Lehr-Lernprozessen in der Berufsbildung im Bauwesen zur Verfügung stehen, bildet die Homepage des Kompetenznetzwerks Bau- und Energie (<https://www.komzet-netzwerk-bau.de/>) einen guten Ausgangspunkt. Hier ist seit 2018 eine Datenbank mit verfügbaren digitalen Lernmedien zur Berufsbildung im Bauwesen veröffentlicht (vgl. Beitrag von Mahrin in diesem Band). Eine erste Analyse zeigt jedoch auch, dass noch ein großes Entwicklungspotenzial für digitale Lehr-Lernmedien in der Berufsbildung im Bauwesen besteht. Von den 118 gelisteten digitalen Medien gibt es – abgesehen von den aktuell entwickelten Leuchtturmprojekten David bzw. dem virtuellen Maschinenkurs des Bubiza – kaum Simulationen, intelligente tutorielle Lernprogramme bzw. Programme, die einen ganzen Bildungsgang abdecken. Auch die Recherche bei den bekannten etablierten Lehrmittelanbietern führte zu keinem überzeugenden Ergebnis. Hier gibt es noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten. Das zeigt, wie wichtig und relevant die aktuell durchgeführten BMBF-Projekte wie MELINDA sind. Durch sie wird die Digitalisierung der beruflichen Bildung im Bauwesen deutlich unterstützt und Innovation ermöglicht. Dies und auch das Anschlussprojekt DigiBAU sind von besonderer Relevanz, um hier das Angebot zu erweitern, damit Lehrkräfte und Ausbilder*innen auf

attraktive Lehr-Lernmedien und erprobte Lehr-Lernkonzepte zugreifen können und sich dazu in die Lage versetzt sehen, digitale Medien gewinnbringend, innovativ und zukunftsweisend in die berufliche Erstausbildung in Bauberufen zu implementieren. Die aktuelle Datenlage deutet darauf hin, dass dies aktuell noch nicht im wünschenswerten Umfang der Fall ist.

Mediennutzung an gewerblich-technischen Berufsschulen in Deutschland und in der betrieblichen Bildung

Das Problem bei der Analyse zum Grad der digitalen Mediennutzung in der beruflichen Bildung besteht darin, dass nur wenige theoretisch fundierte Studien vorliegen, die als repräsentativ einzustufen sind und sich mit dem Medieneinsatz an berufsbildenden Schulen beschäftigen. Im Gegensatz dazu werden die Mediennutzung und der Medienkompetenzerwerb an allgemeinbildenden Schulen alle fünf Jahre durch die International Computer and Information Literacy Study (ICILS) befragt. Manchmal erscheint es, als ob es der Bildungspolitik nicht wichtig genug erscheint, auch repräsentative Studien zur Digitalisierung an berufsbildenden Schulen zu finanzieren bzw. auszuschreiben, obwohl die Bedeutung der beruflichen Bildung für die Gesellschaft immer betont wird. Studien in dem Bereich sind auch ein komplexes Unterfangen, da die digitale Mediennutzung domänenspezifisch unterschiedlich gestaltet werden muss und sich das auch in den Erhebungsinstrumenten widerspiegeln und zumindest eine nach beruflichen Fachrichtungen differenzierte Auswertung der Ergebnisse erfolgen muss.

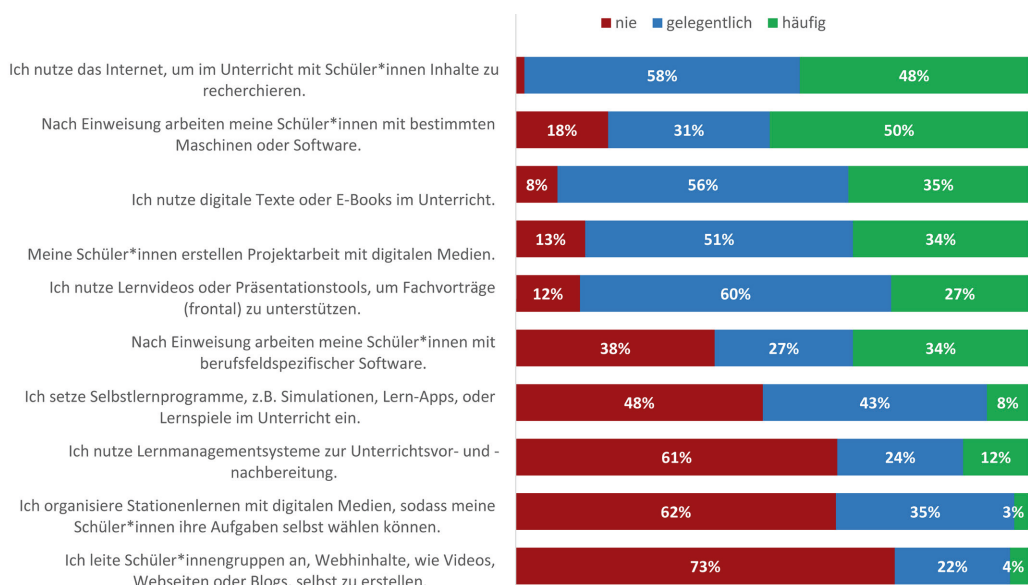


Abb. 4: Einsatzhäufigkeit und -varianten digitaler Medien in Lehr-Lernprozessen durch gewerblich-technische Lehrkräfte (n= 113) (eigene Darstellung nach Sekundärauswertung)

Ein kleiner Lichtblick in den letzten Jahren war diesbezüglich die bereits genannte Bertelsmann-Studie *Monitor Digitale Bildung: Berufliche Ausbildung im digitalen Zeitalter* (vgl. Schmidt et al. 2016). In dieser Studie wurden u. a. 113 gewerblich-technische Lehrkräfte und 200 Ausbilder*innen zu ihrer digitalen Mediennutzung befragt. Es wurden auch kaufmännisch-verwaltende Lehrkräfte zu ihrem Nutzungsverhalten befragt, die Abb. 4 bezieht sich jedoch lediglich auf die Antworten der gewerblich-technischen Lehrkräfte. Die Forschungsdaten stehen als SPSS-Datei öffentlich zur Verfügung und können für Sekundäranalysen genutzt werden.

Die Daten zeigen, und das wird auch im Bericht der Bertelsmann-Stiftung kritisiert, dass die digitalen Medien von den Befragungsteilnehmer*innen in einem hohen Maß die traditionellen Medien ersetzend (Stufe 1: Substitution des SAMR-Modells) genutzt werden (vgl. Schmidt et al. 2016, 14). 91 Prozent der gewerblich-technischen Lehrkräfte nutzen digitale Texte und E-Books im Unterricht, 87 Prozent nutzen Lernvideos oder Präsentationstools, um Fachvorträge frontal zu unterstützen, und die Internetrecherche ist bei 98 Prozent eine gängige Methode. Demgegenüber werden laut Schmidt et al. Lehr-Lernmethoden, die eine selbstständige Nutzung von digitalen Medien vorsehen, weniger häufig umgesetzt. Dieser Aussage steht entgegen, dass immerhin 85 Prozent der gewerblich-technischen Lehrkräfte angeben, mithilfe digitaler Medien Projektarbeit umzusetzen und dass 81 Prozent angeben, dass nach einer Einweisung die Schüler*innen eigenständig an Maschinen bzw. Software arbeiten. Eine eigene Medienproduktion der Schüler*innen wird nur von 26 Prozent der Lehrkräfte im Unterricht angeleitet und Lehr-Lernprogramme werden von 50 Prozent der gewerblich-technischen Lehrkräfte nicht genutzt. Wenn jedoch – wie bis vor Kurzem – kaum passende Lehr-Lernprogramme zur Ergänzung beruflicher Lernfelder vorlagen bzw. den Lehrkräften zugänglich sind oder hohe Kosten durch die Nutzung entstehen, werden reduzierte Nutzungsquoten nachvollziehbar.

Problematischer erscheint jedoch, dass Lernmanagementsysteme von Lehrkräften und Ausbilder*innen wenig genutzt werden, lediglich 39 Prozent der gewerblich-technischen Lehrkräfte nutzen diese häufig oder gelegentlich. Analog dazu wird im Rahmen der Studie festgestellt, dass „Lernmanagementsysteme (...) in Ausbildungsbetrieben kaum verwendet [werden].“ (Schmidt et al. 2016, 31). Das verringert die Möglichkeit, beispielsweise über LMS die Lernortkooperation im Dualen System voranzubringen. Auch die Nutzung digitaler Medien als Werkzeuge für die schüler*innenbezogene Medienproduktion – z.B. im Sinne von Schöllkopf und Falk in diesem Band – und die flankierende Portfolioarbeit dazu könnten stärker genutzt werden, um die Lern- und Arbeitsprozesse in der beruflichen Bildung künftig stärker miteinander zu verknüpfen und eine medienvermittelte Lernortkooperation zu realisieren.

Zusammenfassend kann resümiert werden, dass bezüglich des digitalen Medieneinsatzes an berufsbildenden Schulen und in Ausbildungsbetrieben noch Entwicklungspotenzial vorliegt und weitere empirische Daten innerhalb der Berufsbildung im Bauwesen erhoben werden müssen, damit spezifische Aussagen getroffen werden können. Die Ursachen für eine eingeschränkte digitale Mediennutzung sind vielfältig und gut erforscht. Zu nennen und empirisch nachgewiesen sind hierbei u. a. Faktoren, wie Probleme mit der Technik im Unterricht und fehlender Support, mangelnde Verfügbarkeit von Technik im Unterricht, mangelnde medien(pädagogische) Kompetenzen des Berufsbildungspersonals, fehlende Good-Practice-Beispiele, Unsicherheit hinsichtlich des Mehrwerts der digitalen Mediennutzung und hoher Aufwand der digitalen Mediennutzung, hohe Lizenzkosten

für qualitativ hochwertige Produkte. Eine ausführliche zusammenfassende Analyse des Stands der Forschung zu den Hemmnissen und Gelingensbedingungen der digitalen Mediennutzung in der beruflichen Bildung kann bei Bach 2016 nachgelesen werden.

Im folgenden Abschnitt wird der Frage nachgegangen, wie sich ein gewinnbringender didaktischer Einsatz digitaler Medien im beruflichen Unterricht gestalten lässt. Welche Medienmerkmale und didaktischen Konzepte sind relevant? Welche Bewertungskriterien können zugrunde gelegt werden? Es greift zu kurz, zu postulieren, der Einsatz digitaler Medien habe schüler*innenzentriert zu erfolgen. Es ist eine ganzheitliche Betrachtung der Charakteristika beruflicher Bildungsgänge notwendig, die alle relevanten Kontextfaktoren mit in den Blick nimmt.

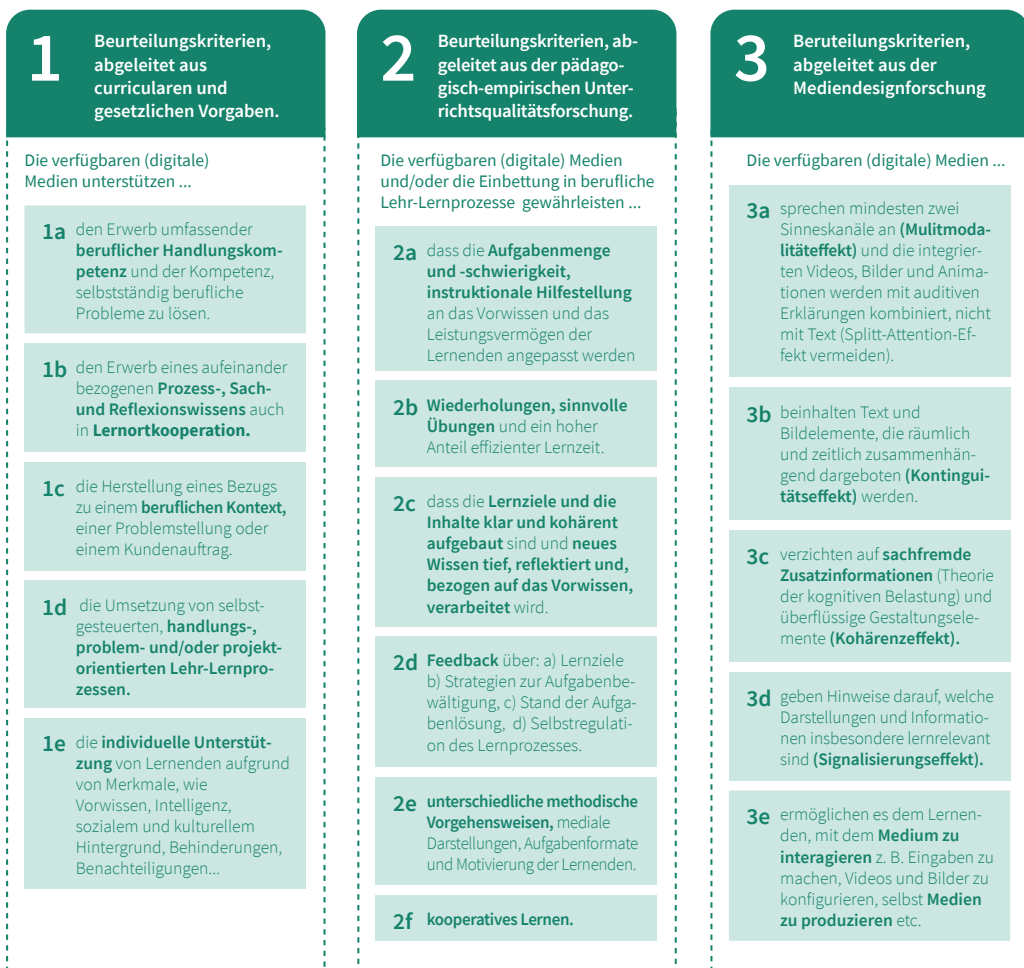


Abb. 5: Relevante Kriterien zur Beurteilung der Ausgestaltung und didaktischen Einbettung digitaler Medien in berufliche Lehr-Lernprozesse (eigene Darstellung)

Kriterien zur Beurteilung der Ausgestaltung und didaktischen Einbettung digitaler Medien in berufliche Lehr-Lernprozesse

Auf die Fragen, wie ein lernförderlicher Einsatz digitaler Medien zu gestalten bzw. in ein Unterrichtskonzept zu integrieren ist und über welche Merkmale digitale Medien verfügen sollen, damit sich ein erhöhter Lernerfolg einstellt, können keine pauschalen Antworten gegeben werden. Grundsätzlich sind u. a. insbesondere drei Begründungslinien relevant, die eine Beurteilung der Art und Weise der Medienintegration in Lehr-Lernprozesse und die Beurteilung der Medienmerkmale erlauben (siehe Abb. 5). Zu nennen sind hier 1) Beurteilungskriterien, welche sich aus curricularen und gesetzlichen Vorgaben in der beruflichen Bildung ableiten. Weiterhin sind gehören dazu 2) Beurteilungskriterien, welche sich aus der pädagogisch-empirischen Unterrichtsqualitätsforschung und auch 3) der empirischen Mediendesign-Forschung ableiten lassen.

Zu 1) in Abb. 5: Bei der Beurteilung von Lehr-Lernsoftware und ihrer Einbindung in Unterrichtskonzepte sind als Kriterien die curricularen und gesetzlichen Vorgaben zu berücksichtigen. Zentral für die Berufsschule sind dies die Rahmenvereinbarung über die Berufsschule von 2015 (vgl. KMK 2015), die Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit den Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (vgl. KMK 2018) und natürlich die entsprechenden Rahmenlehrpläne für einzelne Ausbildungsberufe. Bekanntermaßen sind für die ausbildenden Betriebe das Berufsbildungsgesetz und die Ausbildungsordnungen ausschlaggebend und für die überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS) die Empfehlung zur Gestaltung und Durchführung von Ausbildungsmaßnahmen in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (vgl. BIBB 2002).

1a-b): In allen Verordnungen, Vereinbarungen, Empfehlungen und Gesetzen wird das Gesamtziel der Berufsausbildung betont, die Auszubildenden so zu fördern, dass sie eine umfassende Handlungskompetenz in ihrem Ausbildungsberuf, d. h. entsprechende Fach-, Selbst-, Sozialkompetenz im Kontext einer sich ständig wandelnden Arbeitswelt, entwickeln (siehe Abb. 5 – 1a). Dabei sollen die Auszubildenden u. a. die notwendigen beruflichen Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben, damit sie zum selbstständigen Handeln (Planen, Durchführen, Beurteilen) und beruflichem Problemlösen befähigt werden (vgl. KMK 2015, 4 f.; BBiG 2017, §1 Abs. 3). Wichtig dabei ist auch (siehe Abb. 5 – 1b), dass im Zuge der Kompetenz- und Handlungsorientierung nicht nur Arbeitsprozesswissen vermittelt wird, sondern auch das dazugehörige Sach- und Reflexionswissen. Denn nur dann, wenn korrekt vollzogene Handlungen auch kognitiv durchdrungen und verstanden wurden – d. h. begründet, erklärt und reflektiert und Problemlösungen auf andere Kontexte übertragen werden können – kann tatsächlich von beruflicher Handlungskompetenz gesprochen werden (vgl. Tenberg/Bach/Pittich 2019, 130). Alle Lernorte der beruflichen Bildung erfüllen einen *gemeinsamen* Bildungs- und Erziehungsauftrag, d. h. die Lernorte der Berufsausbildung erreichen das Ausbildungsziel nicht isoliert voneinander, sondern Berufsschule, Betrieb und überbetriebliche Bildungsstätten (ÜBS) haben den gesetzlichen Auftrag zu erfüllen, zusammenzuwirken und so weit wie möglich Lernortkooperation zu realisieren (vgl. BBiG 2017, §2 Abs. 2; KMK 2015, 2; BBiG 2002, 2). Das hat in der Vergangenheit zwar nicht optimal funktioniert (vgl. Euler 2004; Beicht

2009), seit wenigen Jahren bieten jedoch z. B. LMS, Online-Berichtshefte, mobile Medien und Co. neue technische Möglichkeiten dazu, die zuvor nicht verfügbar waren.

1c-d): Damit das Ziel der umfassenden beruflichen Handlungskompetenz erreicht werden kann, wird an Berufsschulen seit den 1990er Jahren handlungsorientierter Unterricht propagiert (vgl. Tenberg/Bach/Pittich 2019, 14). Curricularen Rückhalt bekam das Ziel durch das Lernfeldkonzept, das seit 1996 in den beruflichen Rahmenlehrplänen manifestiert ist und die Ausgestaltung von Lernsituationen verlangt. Die Lernsituationen beinhalten eine problemhaltige Ausgangssituation aus betrieblichen (Prozess-)Zusammenhängen und damit verbundene problemhaltige Aufgaben, die z. B. in Form eines Kundenauftrags transportiert (z. B. ein Bauschaden muss saniert, ein Carport neu gebaut werden) (vgl. Emmermann/Fastenrath 2016, 45) und von den Auszubildenden handlungsorientiert bearbeitet werden. Aufgrund des mittlerweile langjährig etablierten Lernfeldkonzeptes wird es leichter, im beruflichen Unterricht die Bezüge zu den betrieblichen Handlungsfeldern und Arbeitsprozessen herzustellen. Auch die Lernprozesse in den ÜBS sollen sich an „entsprechenden problemhaltigen Handlungssituationen der Praxis“ orientieren und selbstgesteuerte Lernprozesse der Auszubildenden und handlungsorientierte Lehr-Lernprozesse realisieren (vgl. BiBB 2002, 2). Lernpsychologisch können diese für die berufliche Ausbildung geltenden Vorgaben dem gemäßigten Konstruktivismus zugeordnet werden.

Digitale Medien müssen folglich so strukturiert sein, dass sie entweder innerhalb des Mediums den Vorgaben gerecht werden oder sie müssen von den Berufsbildner*innen so in ein didaktisches Konzept bzw. in eine Lernumgebung implementiert werden, dass die Vorgaben durch externe Anpassungen erfüllt werden. Denn situierte Lehr-Lernmedien, die problem- und handlungsorientiert gestaltet sind und den selbstgesteuerten Lernprozess inklusive des Erwerbs von Sach-, Prozess- und Reflexionswissen den Auszubildenden ermöglichen, gibt es aktuell kaum.

Zu 2): Weiterführend bietet die empirisch-pädagogische Forschung zur Unterrichtsqualität weitere Hinweise, wie Lernumgebungen bzw. mediale Angebote auszugestalten sind. Die gesetzliche Vorgabe zur Inklusion unter (1e) wird unter 2) mitdiskutiert und dient als Ausgangspunkt zur Diskussion über Unterrichtsqualität.

Spätestens seit der Ratifizierung der UN-BKR (UN-Behindertenrechtskonvention) durch Deutschland im Jahr 2009 besteht noch stärker als vorher die Anforderung, Auszubildende so zu unterstützen, dass sie passend zu ihren individuellen Ausgangslagen, wie Vorwissen, Intelligenz, sozialem und kulturellem Hintergrund, Behinderungen, Benachteiligungen, aber auch Hochbegabung möglichst optimal gefördert werden (vgl. Bach/Schaub 2016). Falls Lernbarrieren (z. B. Sprache, Sinnesbehinderung, Teilleistungsstörungen) bei den Auszubildenden vorhanden sind, müssen diese diagnostiziert und durch auf die Diagnose abgestimmte Maßnahmen im Lehr-Lernprozess abgemildert oder kompensiert werden.

Empirisch z. B. mit Effektstärken sehr gut belegt ist die Tatsache, dass leistungsstarke Lernende mehr Freiheitsgrade benötigen und leistungsschwache Lernende mehr Hilfestellung und Instruktionen, um erfolgreich lernen zu können. In diesem Zusammenhang erhofft man sich, dass digitale Medien ihrer Werkzeugfunktion gerecht werden und dabei helfen, dass folgende Aspekte, welche sich in der

empirischen Unterrichtsqualitätsforschung als lernwirksam herausstellten, eingehalten werden: 2a) Die Aufgabenmenge und -schwierigkeit sowie die instruktionale Hilfestellung werden an das Vorwissen und das Leistungsvermögen der Lernenden angepasst, 2b) Wiederholungen, sinnvolle Übungen und ein hoher Anteil an effizienter Lernzeit werden ermöglicht. 2c) Lernziele und Inhalte werden klar und kohärent präsentiert und neues Wissen kann vertieft, reflektiert und, bezogen auf das Vorwissen, verarbeitet werden. 2d) Die Lernenden erhalten Feedback über den Stand und Qualität der Aufgabebearbeitung und über Strategien zur Aufgabenbewältigung. Dabei ist ein Methodenmonotonismus abzulehnen, sondern es sind 2e) unterschiedliche aufeinander abgestimmte methodische Vorgehensweisen, mediale Darstellungen und Aufgabenformate zu fordern, welche die Motivation der Lernenden erhöhen und diese über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten. Ebenfalls als statistisch sehr lernwirksam erwies sich das 2f) kooperative Lernen (siehe Abb. 3). Weiterhin ist es für die Lernförderung im Lehr-Lernprozess wichtig, dass die Lehrkraft nicht durch digitale Medien ersetzt werden, sondern diese ergänzen sollte und dass sie im Umgang mit dem jeweiligen Medium geschult werden muss. Ebenso wurde festgestellt, dass sich die lernwirksamen Effekte digitaler Medien spätestens nach sechs Monaten abschwächen und nicht mehr so prägnant sind, wie zu Beginn der Intervention (vgl. Lipowsky 2015; Gold 2015; Helmke 2014; Hillmayr et al. 2018; Kerres 2018).

Zu 3): Die positive Wirkung digitaler Medien auf die Lernleistung und die Motivationsentwicklung von Schüler*innen in MINT-Fächern konnte durch Hillmayr et al. (siehe Abb. 3) jedenfalls klar nachgewiesen werden. In der empirischen Medienforschung hat es sich als lernförderlich herausgestellt, wenn 3a) zwei Sinne gleichzeitig angesprochen werden (Multimediaeffekt) und manipulierbare Videos oder Animationen zur Verfügung stehen, die durch auditive Informationen ergänzt werden, nicht durch Texte (Gefahr des Splitt-Attention-Effekts). Weiterhin stellte sich als lernförderlich heraus, wenn 3b) Text und Bildelemente zeitlich und räumlich nahe beieinander angeboten werden (Kontiguitätseffekt), wenn auf überflüssige sachfremde Informationen verzichtet wird (Theorie der kognitiven Belastung), wenn 3d) lernförderliche Hinweise und Markierungen zur Aufgabebearbeitung gegeben werden (Signalisierungseffekt) und wenn 3e) Interaktion mit dem Medium möglich ist. Die Adaptivität von Programmen, z. B. im Hinblick auf Aufgabenschwierigkeit, Lerntempo etc., hat sich auch als deutlich lernwirksam herausgestellt, dieser Aspekt wurde jedoch schon unter 2a) thematisiert (vgl. Leutner et al. 2014, Horz 2015).

Diese vielfältigen Aspekte in den Abb.en 3 und 5 verdeutlichen die Komplexität einer lernförderlichen Medienverwendung und den Sachverhalt, dass das Medium mit seinen Merkmalen allein nicht ausschlaggebend ist. In der Mediendidaktik und der empirischen Bildungsforschung wird immer wieder darauf verwiesen, dass die Frage, ob die (digitale) Medienwahl und die Art und Weise der Nutzung von (digitalen) Medien sich lern- und kompetenzfördernd auswirken, von vielfältigen Einflussfaktoren abhängt, wie sie beispielsweise von Helmke in seinem Angebots-Nutzungs-Modell veranschaulicht werden (Helmke 2015, 71; Lipowsky 2015, 77; Hillmayr et al. 2017, 10; Bach 2017, 9 ff.). Zu diesen Einflussfaktoren gehören z. B. die Eignung und das Verhalten der Lehrperson, die Qualität der Lehr-Lernprozesse, die Lernaktivität und Wahrnehmung der Lernenden, die individuellen, familiären und kulturellen Voraussetzungen bzw. Hintergründe der Lernenden und weitere. „Wichtig ist folglich nicht nur die Qualität des unterrichtlichen Angebots oder die Qualität des Mediums, welches die professionelle Lehrkraft realisiert [...], sondern auch die Wahrnehmung desselben und die daraus folgenden Lernaktivitäten durch die Lernenden“ (Bach 2018, 164).

Fazit und Ausblick

In der Bauwirtschaft schreitet die Digitalisierung der Arbeits- und Geschäftsprozesse ebenso wie in anderen Branchen unaufhaltsam voran. Durch Projekte, wie „MELINDA – Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit“ und „DigiBau – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten“, wird u. a. daran gearbeitet, die digitalen Medien lernförderlich in berufliche Lehr-Lernprozesse im Bauwesen zu integrieren, neue digitale Medienangebote zu entwickeln und das Angebot hochwertiger digitaler Medien für die Berufsbildung im Bauwesen langfristig zu steigern. Das ist auch dringend notwendig, da es noch ein Defizit an ausgereiften Lehr-Lernmedien in dieser Branche gibt und Lehrkräfte und Ausbilder*innen Unterstützung benötigen, um den digitalen Wandel innovativ und zielführend zu bewältigen.

Es gilt, die hier entwickelten Angebote auch in die fachdidaktische Lehrerbildung für die bautechnische Berufsbildung zu integrieren, damit sich angehende Lehrkräfte gleich mit Eintritt ins Berufsleben dazu in die Lage versetzt sehen, digitale Medien innovativ, individuell angepasst und lernortkooperativ in berufliche Lehr-Lernprozesse zu integrieren. Deshalb erscheint es auch von wesentlicher Bedeutung, dass die entwickelten Medienangebote und Einsatzstrategien nicht ausschließlich an ÜBS oder in der betrieblichen Bildung genutzt, sondern dass in diesem Zusammenhang auch Konzepte zu einer kooperativen Nutzung mit Lehrkräften an berufsbildenden Schulen entwickelt werden, was teilweise schon erfolgt. Dies ist einerseits unerlässlich, um den erhöhten Zeitbedarf, der durch das Lernen mit branchenspezifischen Medienangeboten bzw. durch eigene Medienproduktion der Auszubildenden entsteht, sinnvoll über die Ausbildungsabschnitte zu verteilen, und andererseits eröffnet sich dadurch die Möglichkeit, Prozess-, Sach- und Reflexionswissen kompetenzfördernd miteinander zu verzahnen. Hier besteht noch ein großes mediendidaktisches Entwicklungspotenzial.

Dies gilt auch für eine berufsbezogene Mediendidaktik. Es gilt, die Erkenntnisse der pädagogischen Psychologie, der Mediendidaktik und empirischen Lehr-Lernforschung auf den Kontext der gewerblich-technischen Berufsbildung und die dort entwickelten Medien zu übertragen. Darüber hinaus erscheint es unverständlich, warum nicht ein regelmäßiges, für die berufliche Bildung in Deutschland repräsentatives Monitoring der Digitalisierung an berufsbildenden Schulen stattfindet, unter Einbezug der Kooperationspartner ÜBS und Ausbildungsbetriebe und unter Berücksichtigung der branchenspezifischen Rahmenbedingungen. Nur so kann berufliche Bildungsplanung auf eine solide empirische Informationsgrundlage gestellt werden.

Literatur und Quellen

ABZ Allgemeine Bauzeitung (2019): „Fahrerleitsystem 4.0“ gewinnt bauma-Innovationspreis 2019. Online: <https://allgemeinebauzeitung.de/abz/fahrerleitsystem-40-gewinnt-bauma-innovationspreis-2019-3334.html> (05.07.2019)

Arnold, P./ Kilian, L./ Thillosen, A./ Zimmer, G. (2013): Handbuch E-learning – Lehren und Lernen mit digitalen Medien. Bielefeld

Bach, A. (2016): Nutzung von digitalen Medien an berufsbildenden Schulen – Notwendigkeit, Rahmenbedingungen, Akzeptanz und Wirkungen. In: Seifried, J./ Faßhauer U./ Seeber, S./ Ziegler, B. (Hrsg.): Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2016. Opladen, 107–123

Bach, A./ Schaub, C. (2018): Anspruch und Realität In Bezug auf den Umgang mit Heterogenität und Inklusion in der beruflichen Bildung im Bauwesen. Ansätze erster theoretischer und empirischer Analysen. In: Zinn, B. (Hrsg.): Inklusion und Umgang mit Heterogenität in der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung – Eine Bestandsaufnahme im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung. Stuttgart, 39–71

Bach, A. (2017): Medienspektrum zur Berufsbildung im Bauwesen – Erste Analysen, Perspektiven und mediendidaktische Forschungsdesiderata. In: BAG-Report Bau-Holz-Farbe, Jahrgang 19, Heft 2, 9–15. Online: https://bag-bau-holz-farbe.de/wp-content/uploads/2017/12/BAG-Report_02-2017.pdf (21.06.2019)

Bach, A. (2018): Medien für gewerblich-technisches Lernen und Lehren. In: Zinn, B./Tenberg, R./ Pittich, D. (Hrsg.): Technikdidaktik. Eine Bestandsaufnahme. Stuttgart, 157–174. Online: https://www.pedocs.de/volltexte/2016/12445/pdf/Seifried_et_al_Jahrbuch_der_berufs_und_wirtschaftspaedagogischen_Forschung_2016.pdf (26.06.2019)

Bach, A./ Rexing, V./ Lange, C./ Korth, S. (2019): Potenziale digitaler Medien in „inkluisiven“ Lernumgebungen am Lernort ÜBS in der Stufenausbildung der Bauwirtschaft. 20. Hochschultage Berufliche Bildung an der Universität Siegen. Online: https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/upload/hochschultage-bk/2019beitraege/ft03_potenziale_digitaler_medien_uebs.pdf (05.07.2019)

Beicht, U./ Krewerth, A./ Eberhard, V./ Granato, M. (2009): Viel Licht – aber auch Schatten. Qualität dualer Berufsausbildung in Deutschland aus Sicht der Auszubildenden. In: BIBB Report, Jahr 2009, Heft 9

BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (2002): Aus der Arbeit des Hauptausschusses 2002 – Empfehlung zur Gestaltung und Durchführung von Ausbildungsmaßnahmen in überbetrieblichen Bildungsstätten. In: BWP, Beilage zu Jahr 2002, Heft 5

BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (2019): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2019. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Bonn

BBiG Berufsbildungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. März 2005 (BGBl. I S. 931), zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2581)

Burchart, K./Frankenfeld, A. (2013): Abschlussbericht zu dem geförderten Projekt: Gewerkespezifische und gewerkeübergreifende Berufsbildung und handwerkliche Sanierung eines Hausmeisterhauses zu einem Lernort für regenerative Energien und Nachhaltigkeit. Melsungen. Online: <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-28380.pdf> (27.06.2019)

Emmermann, R./ Fastenrath, S. (2016): Kompetenzorientierter Unterricht. Haan-Gruiten

Euler, D. (2004): Handbuch der Lernortkooperation. 1. Theoretische Fundierung. Bielefeld

Gensicke, M./ Bechmann, S./ Härtel, M./ Schubert, T./ García-Wülfing, I./ Güntürk-Kuhl, B. (2016): Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine repräsentative Bestandsanalyse. Bonn. Online: <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/8048> (21.06.2019)

Gold, A. (2015): Guter Unterricht. Was wir wirklich darüber wissen. Göttingen, Bristol

Heinen, R./ Kerres, M. (2015): Individuell fördern mit digitalen Medien. Handlungsfelder für die systematische, lernförderliche Integration digitaler Medien in Schule und Unterricht. Gütersloh. Online: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/individuelle-foerderung-mit-digitalen-medien> (05.07.2019)

Helmke, A. (2014): Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze-Velber

Hillmayr, D./ Reinhold, F./ Ziernwald, L./ Reiss, K. (2018): Digitale Medien im mathematisch – naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit. Münster, New York

Horz, H. (2015): Medien. In: Wild, E./ Möller, J. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Berlin, 121–150

HPI Heinz-Piest-Institut (Hrsg.) (2008): Unterweisungsplan für einen Lehrgang der überbetrieblichen beruflichen Bildung zur Anpassung an die technische Entwicklung im Ofen- und Luftheizungsbauerhandwerk

Kerres, M. (2018): Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote. Berlin, Boston

KMK Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2015): Rahmenvereinbarungen über die Berufsschule (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.03.2015)

KMK Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2018): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe

- Kölzer, T. (2019): Digital unterstütztes Arbeiten in der Bauausführung. In diesem Band: Mahrin, B./ Meyser, J. (Hrsg.): Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe – Praxisbeispiele – Transfer. Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin, 26–43. Online: DOI: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8577>
- Kölzer, T./ Ranke, H. (2014): Informatisierung in der Baufacharbeit. In: BAG-Report Bau-Holz-Farbe, Jahrgang 16, Heft 2, 38–43. Online: <http://bag-bau-holz-farbe.de/bag-report-022014/> (07.07.2019)
- Lach, F. (2016): Erschließung des didaktisch-methodischen Potenzials eines digitalen multifunktionalen Lernmediums. In: Journal of Technical Education, Jahrgang 4, Heft 2, 285–304
- Leutner D./ Opfermann, M./ Schmeck, A. (2014): Lernen mit Medien. In: Seidel, T./ Krapp, A. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Mit Online-Materialien. Weinheim, 297–322
- Lipowsky, F. (2015): Unterricht. In: Wild, E./ Möller, J. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Heidelberg, 69–97
- Ludolph, M. (2017): Innovationen im Handwerk durch Wissenstransfer und Vernetzung – das Hamburger Schulungsmodell. In: BAG-Report Bau-Holz-Farbe, Jahrgang 19, Heft 1, 42–44. Online: https://bag-bau-holz-farbe.de/wp-content/uploads/2017/02/BAG-Report_01-2017.pdf (26.10.2017)
- Mahrin, B. (2017): Virtuelle Modelle und digitale Werkzeuge in der Ausbildung bautechnischer Berufe – Chance für mehr Vielfalt beim Lernen. 19. Hochschultage Berufliche Bildung an der Universität zu Köln. Online: https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/upload/hochschultage-bk/2017beitraege/ft03_bhf-mahrin.pdf (27.06.2019)
- Mahrin, B. (2018): Virtuelles Gebäude als motivierender Lernraum. In: berufsbildung, 72. Jg., H. 171, 15–18
- ModernLearning GmbH (o. J.): Learn-App Verputzen von Wänden. Online: https://modernlearning.de/wp-content/uploads/sites/5/2018/08/produktdatenblatt_verputzen_app.pdf (31.07.2019)
- Peters, O./ Mühlbach, J./ Körndle, H. (2017): BIM im Bauhandwerk: Trainingskonzepte für die Qualifizierung von Bauhandwerker_innen in der modellbasierten Arbeitsweise. In: BAG-Report Bau-Holz-Farbe, Jahrgang 19, Heft 1, 26–33. Online: https://bag-bau-holz-farbe.de/wp-content/uploads/2017/02/BAG-Report_01-2017.pdf (05.07.2019)
- Petko, D. (2014): Einführung in die Mediendidaktik. Lehren und Lernen mit digitalen Medien. Weinheim

Schmid, U./ Goertz, L./ Behrens, J. (2016): Monitor digitale Bildung. Berufliche Ausbildung im digitalen Zeitalter. Gütersloh. Online: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_Monitor-Digitale-Bildung_Berufliche-Ausbildung-im-digitalen-Zeitalter_IFT_2016.pdf (05.07.2019)

Schütte, F./ Mansfeld, T. (2013): Simulation – ein modernes Lehr- und Lernmittel? Einsatzbereiche, Reichweite, fachdidaktische Qualität. In: Lernen & Lehren, Jahrgang 28, Heft 109, 35–39

Sirakaya, M./ Kilic Cakmak, E. (2018): Effects of augmented reality on student achievement and self-efficacy. In: International journal for research in vocational education and training, Jahrgang 5, Heft 1, 1–18. Online: https://www.pedocs.de/volltexte/2018/15563/pdf/IJRVET_2018_1_Sirakaya_KilicCakmak_Effects_of_augmented_reality.pdf (05.07.2019)

Syben, G. (2017): Formen und Folgen von BIM für die Arbeit in Bauunternehmen. In: BAG-Report Bau-Holz-Farbe, Jahrgang 19, Heft 1, 20–25. Online: https://bag-bau-holz-farbe.de/wp-content/uploads/2017/02/BAG-Report_01-2017.pdf (26.06.2019)

Tenberg, R./ Bach, A./ Pittich, D. (2019): Didaktik technischer Berufe. Band 1 – Theorie & Grundlagen. Stuttgart

Telekom (Hrsg.) (2018): Digitalisierungsindex 2018. Der digitale Status quo im deutschen Baugewerbe. Online: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjMg8TTk_vIAhXJPFAKHWG8BdwQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.digitalisierungsindex.de%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F11%2FTelekom_Digitalisierungsindex_2018_BAUGEWERBE.pdf&usg=AOvVaw1MNYk94ElKSP1KP_wTNp5D (21.06.2019)

Tulodziecki, G./ Herzig, B. (2010): Mediendidaktik. Medien in Lehr- und Lernprozessen verwenden. München

Vaillant (2019): Augmented Reality für das Fachhandwerk. Frankfurt am Main. Online: <https://www.vaillant-group.com/newsroom/pressemitteilungen/2019/ish-2019/arsul/08-augmented-reality-fuer-das-fachhandwerk-1438208.pdf> (05.07.2019)